



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 24 409 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
C 04 B 38/08
C 04 B 32/02
C 04 B 14/22

②1 Aktenzeichen: 196 24 409.9
②2 Anmeldetag: 19. 6. 96
④3 Offenlegungstag: 30. 1. 97

DE 196 24 409 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
25.07.95 CH 02176/95

⑦1 Anmelder:
Dietzsch, Otto, Stein am Rhein, CH

⑦4 Vertreter:
K. Graner und Kollegen, 78224 Singen

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

⑤4 Hohlkammerstrukturierter Werkstoff

⑤7 Mit der vorliegenden Erfindung wird ein Werkstoff beschrieben, der aus einem Material besteht, dessen Struktur vornehmlich mit in verschiedenen Richtungen verlaufenden, länglichen Hohlkammern ausgebildet ist, wobei die Hohlkammern auch mit einem zweiten Material ausgekleidet sein können. Besondere Vorteile bringt ein derartiger Werkstoff, wenn er aus einem leichten und möglichst unbrennbaren Gesteins- oder Glas-Schaum besteht und eine Hohlkammerauskleidung in Form von Glasröhrchen als Werkstoffmaterial-Verstärkung aufweist. Erzielt wird damit ein Produkt, das die Eigenschaften: leichtes Gewicht, hohe Steifigkeit, hohe thermische Isolationsfähigkeit, Unbrennbarkeit und Recyclierbarkeit gleichermaßen bietet.

DE 196 24 409 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 96 602 065/546

5/26

Mit der vorliegenden Erfindung wird eine Werkstoff-Ausgestaltung beschrieben, die als hohlkammerstrukturierter Körper eine neuartige Kombination wichtiger Eigenschaften in einem Produkt vereint bieten kann. Besonders im Bauwesen werden solche Produkte verlangt. — Sie konnten aber bisher nicht in der gewünschten Form realisiert werden.

So wird z. B. eine Fassadenplatte verlangt, die in hohem Masse leichtes Gewicht, große Steifigkeit mit möglichst anisotroper Festigkeit, hohe thermische Isolationsfähigkeit und Unbrennbarkeit gleichermaßen aufweisen kann; dazu kommt noch mitunter die Forderung nach Recyclierbarkeit und gegebenenfalls auch noch Abbaufähigkeit des für die Platte eingesetzten Materials.

Erfindungsgemäß wird demgemäß eine Werkstoffgattung vorgeschlagen, die die genannte Eigenschaftskombination bietet, indem

- für das Werkstoffmaterial vorzugsweise ein spezifisch leichtes, in sich sogar bereits Lufteinschlüsse enthaltendes Produkt, wie z. B. Schaumstoff, verwendet wird,
- das Werkstoffmaterial zusätzlich mit Hohlkammern versehen ist, deren Form, Anordnung und Richtungsverlauf dem Werkstoff-Produkt große spezifische (auf das Gewicht bezogene) Steifigkeit, sowie anisotrope, also richtungsdefinierte und somit dort verbesserte Materialkennwerte ermöglicht,
- der Hohlraumanteil der Hohlkammern den Anteil des im Werkstoffmaterial möglicherweise enthaltenen Luftanteils seiner Lufteinschlüsse wesentlich übersteigt (bezogen auf eine gemeinsam eingenommene Volumeneinheit) zwecks besonderer Erhöhung der thermischen Isolationsfähigkeit und schließlich indem
- unbrennbare Materialien verwendet werden.

Die Hohlkammern sind vorteilhafterweise als Ausformung in einem Werkstoff-Produkt gebildet, in welchem sie als längliche Hohlkammergebilde gebietsweise parallel und/oder gekreuzt zueinander verlaufen und deren gegenseitiger äußerer Abstand quer zu ihrer Längsrichtung kleiner als die jeweils größte Hohlkammer-Querschnittsweite ist.

Vorzugsweise besteht der Werkstoff aus einem anorganischen Material, wie z. B. Perlit (ein geblähtes Mineral vulkanischen Ursprungs), Glasschaum, Gips o. ä. Auch Zemente, Aluminiumoxyd, alkalische Zementmassen (wie Calcium-Aluminat-Zement) und selbst schwer entflammable Substanzen können eingesetzt werden, wie Kunststoffschäume jeglicher Mischart. Eine Schwerentflammbarkeit bringt zwar keine Unbrennbarkeit, ist aber im Prinzip je nach Anforderung mit in den Kreis der genannten Eigenschaftskombination einzubeziehen.

Weist ein solches Material Lufteinschlüsse auf, so bewirken diese eine gewisse thermische Isolation gegenüber Wärme- bzw. Kälteeinflüssen.

Die Isolierfähigkeit für den thermischen Bereich verbessert sich aber in besonderem Masse, wenn durch eingelagerte Hohlkammern die Summe der Querschnittsflächen der Hohlkammern um ein Vielfaches größer ist als die Summe der Querschnittsflächen aller möglichen Lufteinschlüsse im Werkstoffmaterial (bezo-

gen auf eine gemeinsame Querschnitts-Flächeneinheit im Werkstoffkörper). Dabei ist von Vorteil, wenn die Hohlkammer-Querschnittsgröße im mm^2 -Bereich liegt, da mit kleinen Kammerdimensionen (z. B. 3 mm Querschnittsweite) eine Luftkonvektion im Hohlkammervolumen praktisch unterbunden bleibt.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß die Hohlkammern im Werkstoff durchgehend und/oder als Hohlkammer-Stücke ausgebildet sind. Hohlkammer-Stücke sind an ihren Enden jeweils durch das Werkstoffmaterial abgeschlossen. Sie bilden geschlossene Luftkammern, in denen Luftzirkulationen kaum vorkommen.

Durch äußere Bearbeitung eventuell angeschnittene Hohlkammer-Stücke verschlechtern diesen Effekt kaum, da praktisch immer das andere Hohlkammer-Ende abgeschlossen bleibt.

Es wird erfindungsgemäß weiterhin vorgeschlagen, daß die Hohlkammern einen runden Querschnitt aufweisen und an ihrer Wandfläche mit einem zweiten Material ausgekleidet sind.

Hier können z. B. Röhrchen als Hohlfasern (bis 0,5 mm Durchmesser) oder als Kapillaren (bis 10 mm Durchmesser) diese Auskleidung bilden, zudem können sie auch gleichzeitig bei der Herstellung des Werkstoffes die Funktion der Formgebung der Hohlkammern innerhalb des Werkstoff-Körpers übernommen haben. Röhrchen mit abgeschlossenen Enden als Auskleidung von Hohlkanal-Stücken runden Querschnitts bieten hier noch einen weiteren Vorteil: Besteht das Material des Röhrchens aus wasserdampfundurchlässiger Masse, wie z. B. Glas, so bleibt eine eventuelle Kondensatbildung innerhalb eines Hohlkanal-Stückes unterbunden.

Vorzugsweise sollen die Wandstärken der Hohlkanal-Auskleidungen sehr klein sein (z. B. mit einem Wandstärke/Durchmesser-Verhältnis von weniger als 1 : 50), wenn Gewicht gespart werden und die thermische Isolationsfähigkeit maximal ausgebildet sein soll.

Eine Einengung des Hohlkanal-Luftraumes beim Einsatz von dickeren Wandstärken verringert wohl das Luftvolumen, andererseits wird damit für den Werkstoff ein festigkeitserhöhender Effekt erreicht, sofern die Auskleidungsmasse größere Zugfestigkeitswerte gegenüber dem des Werkstoffmaterials aufweist.

Vorteilhafte Werkstoffvarianten sind auch mit einer gemischten Hohlkammer-Auskleidung zu erzielen, z. B. dünnwandige Glaskapillaren zwecks hoher Isolationsfähigkeit plus

dickwandigere Glaskapillaren zwecks optimalen Steifigkeitsverhaltens plus

Glasvollfasern, wie sie in den glasfaserverstärkten Verbundwerkstoffen üblich sind (hier also als volle "Ausfüllung von Hohlkammern" zu verstehen).

Ähnliches gilt auch für Auskleidungen, die aus einem organischen Material bestehen. Hier kämen Kunststoff-Kapillaren, -Hohlfasern und -Vollfasern in Betracht, z. B. aus Polycarbonat; nur sind hier die Kennwerte für den Werkstoff verringert infolge des geringeren Elastizitätsmoduls der Kunststoff-Materialien.

Schließlich ist auch der Einsatz von Kohlenstoff-Fasern möglich, die als Vollfasern und/oder auch als dünn- und dickwandige Röhrchen ausgestaltet sein können.

Bei der Verwendung von Glas als Auskleidungsmaterial ist mitunter die Verträglichkeit zwischen diesem und dem Werkstoffmaterial zu berücksichtigen. Z.B. kann Glas unbeständig sein gegenüber alkalischen Zementsorten. Dies führt auf die Dauer zur "Auflösung" des Glases bzw. im vorliegenden Fall der Auskleidung

der Hohlkammern. Übrig bleiben dann "leere" Hohlkammern, deren Luftanteil im Werkstoff voll erhalten bleibt. Die thermische Isolationsfähigkeit wird damit nicht beeinträchtigt. Im Endeffekt hätte dann die Glasauskleidung eigentlich nur die Funktion der Ausformung der Hohlkammern im Werkstoff erfüllt.

Die Gestalt und Anordnung der Hohlkammern (mit oder ohne Auskleidung) kann auf vielfältige Weise ausgebildet sein.

Im einfachen Fall stellen die Hohlkammern längliche Räume dar, die durchgehend und/oder als Hohlkammer-Stücke mit abgeschlossenen Enden im Werkstoff richtungsverschieden verlaufen. Ihr gegenseitiger Richtungsverlauf kann in x- und/oder y- und wahlweise zusätzlich auch in z-Richtung vorgegeben sein.

Parallel liegende oder gekreuzt verlaufende Hohlkammern sind möglich, je nach vorbestimmter Richtung zur Erzielung gewünschter Werkstoffeigenschaften. Vorteilhaft sind dabei auch Hohlkammerausbildungen in Form von Schaaren, die wiederum gekreuzt zueinander stehen; dies wird eine bevorzugte Ausbildung hinsichtlich einer wirtschaftlichen Erzeugungsweise solcher Werkstoff-Produkte. Schließlich ist auch die Möglichkeit einer ungeordneten Lage der Hohlkammern im Werkstoff zu erwähnen.

Das Werkstoffmaterial selbst, sozusagen die Matrix eines mit ausgekleideten Hohlkammern ausgestatteten Produktes, kann wahlweise selbst auch Verstärkungen enthalten, z. B. Gewebe, Gewirke oder Rovings (als schwerentflammbar oder unbrennbare Fasergelege). Dies ist z. B. von Vorteil an den Oberflächen von Werkstoff-Produkten. Die im Innern des Werkstoff-Produktes befindlichen Hohlkammern, die besonders luftvolumenreich ausgebildet sein können, werden dann durch solche matrixverstärkte Deckschichten in hohem Masse geschützt.

Schließlich sei noch auf folgende Variante eines Werkstoff-Produktes besonders hingewiesen: Ist die Unterfläche eines solchen Produktes der erfindungsgemäßen Art mit senkrecht zu dieser Fläche (gegebenenfalls auch schräg dazu) verlaufenden Hohlkammerstücken ausgebildet, welche dort offene Hohlkammerenden aufweisen, so liegt eine Vielzahl von Öffnungen im Werkstoff vor, in die z. B. zwecks Befestigung der Produkt-Unterfläche auf einem Untergrund (z. B. auf einer Mauer) ein Befestigungsmittel (z. B. Zement) eindringen und sich dort formschlüssig "verdübeln" kann.

Liegen dagegen offene Hohlkammerenden an der Vorderseite eines solchen Plattenproduktes, so können sie Schallschluck-Eigenschaften aufweisen, die je nach Dimension der Hohlkammern (Querschnittsweite, Länge) zu optimalen Werten für Schalldämpfung führen.

In den folgenden Figuren sind einige Varianten zur Ausgestaltung des erfindungsgemäßen hohlkammerstrukturierten Werkstoffes gezeigt. Zur Verdeutlichung sind die Zeichnungen schematisch und im Maßstab verzerrt dargestellt.

Die Fig. 1 stellt in drei Querschnitten und einer Ansicht Möglichkeiten von Hohlkammer-Anordnungen innerhalb eines erfindungsgemäßen Werkstoff-Produktes dar, dessen Oberfläche mit Fasergelege-Verstärkung ausgebildet ist.

In Fig. 2 ist ein anderer Querschnitt aus einem erfindungsgemäßen Werkstoff-Produkt skizziert. Hier liegen andere Anordnungsmöglichkeiten für die Hohlkammern vor und unterschiedliche Auskleidungs-Dimensionen mit einem zweiten Material zur Erhöhung von Festigkeitswerten.

Die Fig. 3a bis 3c stellen unterschiedliche Lagerrichtungen für Hohlkammer-Anordnungen innerhalb des erfindungsgemäßen Werkstoffes dar.

Die Fig. 1 zeigt in 3 Querschnitten (Fig. 1a, Fig. 1b und Fig. 1c) und einer Ansicht (Fig. 1d) Ausschnitte aus einer erfindungsgemäßen Werkstoff-Variante, bestehend aus dem Werkstoff 1. Sie stellt ein plattenförmiges Produkt 2 dar mit den Hohlkammern 3, die in 2 Richtungen senkrecht zueinander gekreuzt verlaufen, schichtenweise übereinander angeordnet. Die Hohlkammern 3 liegen im Innern der Platte 2. An den Oberflächen 4 der Platte 2 ist der Werkstoff 1 mittels eines Fasergeleges 5 verstärkt. Die Hohlkammern sind als Hohlkanäle mit rundem Querschnitt geformt und mit dem Material 6 ausgekleidet, wobei die Hohlkanäle an ihren Enden ebenfalls mit dem Material 6 abgeschlossen sind.

Am Unterseite des dargestellten Plattenausschnitts sind senkrecht zur Unterfläche ebenfalls Hohlkanalstücke 3 angedeutet, deren eines Ende jeweils offen ist. Hier kann sich für eine eventuelle Befestigung der Platte auf einem Untergrund z. B. ein Kleber durch geringfügiges Eindringen in den Hohlkanal festsetzen. Dazu können gegebenenfalls mit Hilfe der Hohlkanal-Auskleidung die Hohlkanalenden 7 leicht verengt sein, um eine formschlüssige Halterung des Befestigungsmaterials zu ermöglichen.

Als Werkstoffmaterial 1 kann hier beispielweise geblähter Glasschaum oder geblähter "Gesteinsschaum", wie Perlit, verwendet werden, und für die Hohlkammer-Auskleidung 6 z. B. Glasröhrchen einer normalen Glasqualität. Das Fasergelege 5 kann z. B. ein Glasfasergewebe sein.

In Fig. 2 erkennt man ein ähnliches Muster für einen Plattenaufbau. Die Fig. 2 zeigt an der oberen Plattenoberfläche 4a ein Fasergelege 5 als angedeutetes Glasgewebe, welches in einem dichten Werkstoffmaterial 1a, z. B. Aluminiumoxyd, eingebettet ist und eine feste Abdeckung des Plattenkörpers ergibt.

Der übrige Teil des Plattenkörpers ist durch das Werkstoffmaterial 1 gebildet, welcher Lufteinschlüsse enthält, wie z. B. geschäumtes Glas.

Im oberen Plattenteil liegen Hohlkammern 3a als Hohlkanäle runden Querschnitts, die mit dickwandigen Röhrchen ausgekleidet sind. Diese bestehen aus dem Material 6, vorteilhafterweise aus Glas, und verstärken das Material 1. Im mittleren Plattenteil sind senkrecht zur Oberfläche 4a Hohlkanäle angeordnet, die dünnwandige, an ihren Enden abgeschlossene Glasröhrchen darstellen können. Ihre senkrechte Anordnung trägt zur spezifischen Verfestigung der Platte gegen Biegebeanspruchungen bei, gleichzeitig erhält dieser Plattenbereich vergrößerte thermische Isolationsfähigkeit durch das relativ große Luftvolumen, das die Hohlkanäle bilden.

Schließlich zeigt der untere Plattenbereich Hohlkammern ohne Materialauskleidung, wie sie für Anwendungsfälle eingesetzt werden können, bei denen keine besonderen Festigkeitsanforderungen gestellt werden.

Die Fig. 3a deutet eine parallele und Fig. 3b eine leicht gekreuzt zueinander verlaufende Anordnungsrichtung für längliche Hohlkammern innerhalb eines erfindungsgemäßen Werkstoff-Produktes an.

Fig. 3c zeigt ein Beispiel übereinander liegender, parallel nebeneinander verlaufender Hohlkammerschaaren in den Anordnungsrichtungen 0° , $+45^\circ$, -45° und 90° zueinander. Ein solches Anordnungsschema wird beispielsweise bei faserverstärkten Verbundwerkstoffen angewendet, z. B. bei glasfaserverstärkten Kunststoffen.

Die Faserlagen sind dabei hinsichtlich gewünschter mechanischer Eigenschaften bei solchen Produkten vorbestimmt. Das gleiche gilt im vorliegenden Falle für die erfindungsgemäßen hohlkammerstrukturierten Werkstoffe.

5

Patentansprüche

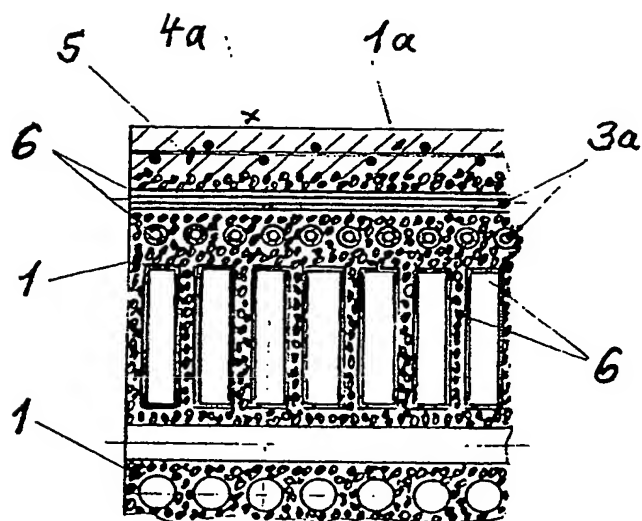
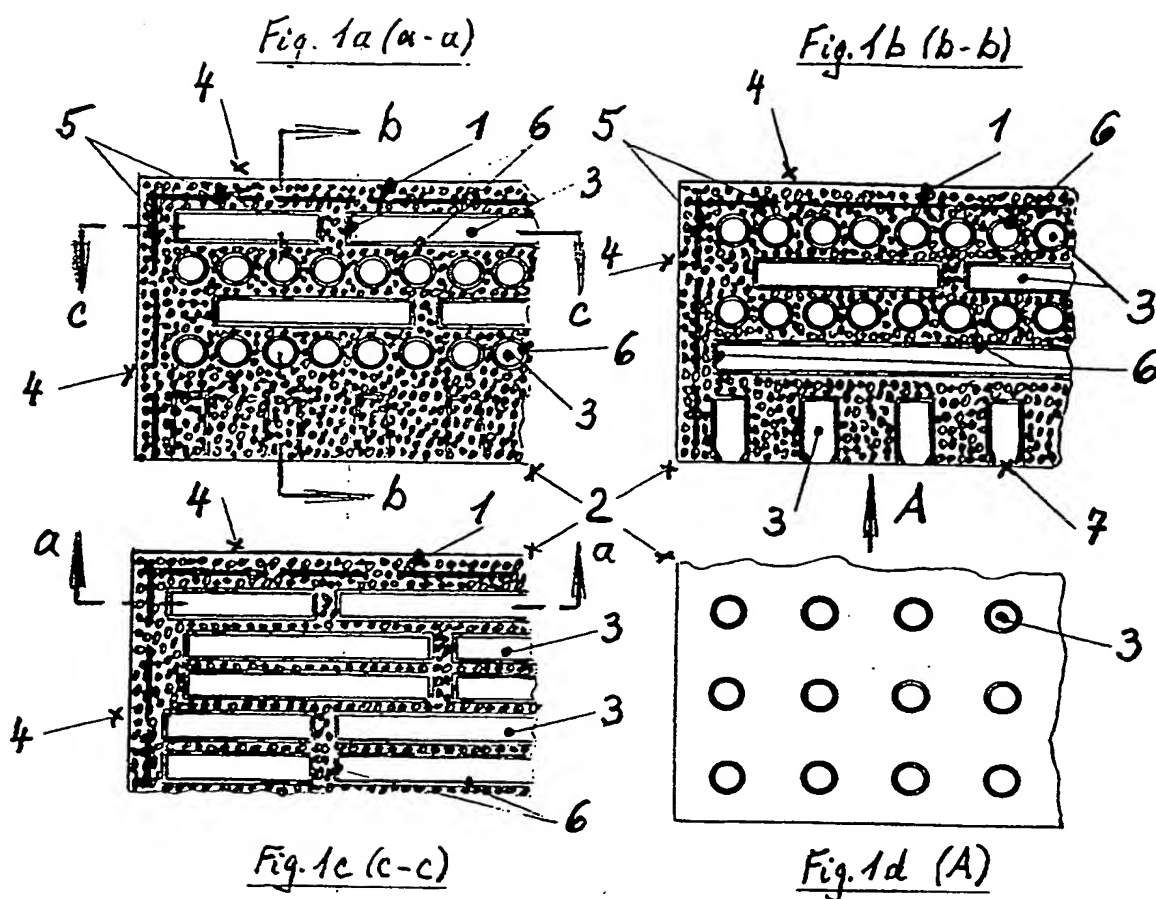
1. Werkstoff, dadurch gekennzeichnet, daß er aus einem Material besteht, das gebietsweise parallel und/oder gekreuzt zueinander verlaufende längliche Hohlkammern aufweist, deren gegenseitiger äußerer Abstand quer zu ihrer Längsrichtung kleiner als die jeweils größte Hohlkammer-Querschnittsweite ist. 10 15
2. Werkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Werkstoffmaterial ein anorganisches Material, wie z. B. Perlit, ein geblähtes Mineral vulkanischen Ursprungs, Glasschaum, Gips o. ä. verwendet ist. 20
3. Werkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkammern im Werkstoff durchgehend und/oder als Hohlkammer-Stücke ausgebildet sind.
4. Werkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkammern durch ein zweites Material in Form dünner Hohlkammer-Wände ausgekleidet sind. 25
5. Werkstoff nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkammern als Kanäle mit rundem Querschnitt gestaltet sind. 30
6. Werkstoff nach den Ansprüchen 1, 3, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkanäle durch Hohlkörper, wie Hohlfasern, Kapillaren und/oder Röhrchen ausgekleidet sind. 35
7. Werkstoff nach den Ansprüchen 1 und 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auskleidungen aus dünnwandigen Glas-Röhrchen bestehen, die an ihren Enden selbst abgeschlossen sind.
8. Werkstoff nach den Ansprüchen 1 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkammer-Auskleidung aus einem organischen Material, wie z. B. Kunststoff besteht. 40
9. Werkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkammern einen gegenseitigen Richtungsverlauf in x- und/oder y- und wahlweise zusätzlich auch in z-Richtung im Werkstoff aufweisen. 45
10. Werkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstoffmaterial insbesondere an den Außenschichten eines Werkstoff-Produktes festigkeitsverstärkende Fasergelege-Einlagen enthält. 50 55

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65



BEST AVAILABLE COPY

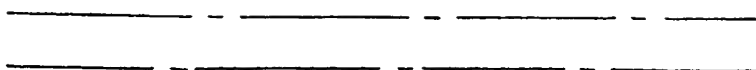


Fig. 3a

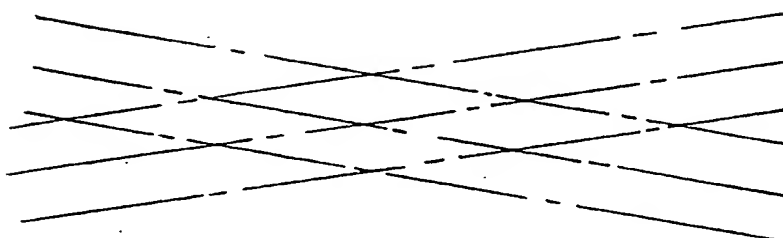


Fig. 3b

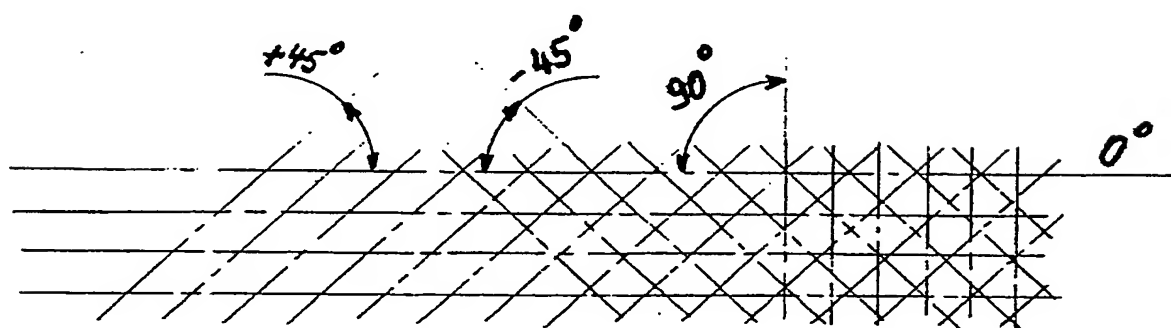


Fig. 3c

THIS PAGE BLANK (USPTO)